PART3 さまざまな銀河

目標 さまざまな銀河を，その形態や放射に着目して分類することができる。

Chapter1　さまざまな銀河

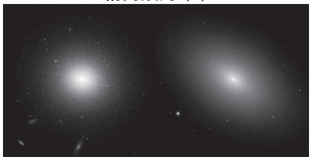
銀河系は銀河の1つですが，すべての銀河が銀河系と同じような姿だというわけではありません。ここでは，宇宙にどのような銀河があるのかについて学びましょう。

銀河の形態による分類

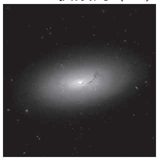
・**銀河のハッブル分類**

20世紀前半にハッブルは銀河を形態によって分類した。これをハッブル分類という。

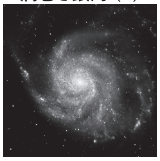
楕円銀河（E）

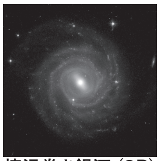


レンズ状銀河（S0）



渦巻き銀河（S）





棒渦巻き銀河（SB）

E左（NGC 4458）: ESA, NASA and E. Peng (Peking University, Beijing)
E右（NGC 4621）: ESA/Hubble & NASA, P. Cote
S0（NGC 3156）: ESA/Hubble & NASA, R. Sharples, S. Kaviraj, W. Keel
S（NGC 5457）: NASA, ESA, CXC, SSC, and STScI
SB（UGC 12158）: ESA/Hubble & NASA

・**楕円銀河** (E)

形状が楕円状のものを**楕円銀河**という。

・**渦巻き銀河** (S)

球状のバルジと渦巻き構造をもつ円盤からなる銀河を**渦巻き銀河**という。

・**棒渦巻き銀河** (SB)

棒状のバルジと渦巻き構造をもつ円盤からなる銀河を**棒渦巻き銀河**という。銀河系は，棒渦巻き銀河に分類される。

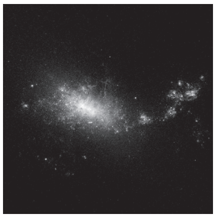
知っておこう

1926年，アメリカのハッブル(Edwin Hubble)は，当時「星雲」と呼ばれていた天体を分類する論文を発表しました。そのうち「銀河系外の星雲」とされたものが銀河であり，その分類が現在ハッブル分類と呼ばれているものです。

知っておこう

レンズ状銀河 (S0)は，円盤部をもつが渦巻き構造をもたない銀河です。レンズ状銀河は星間物質の量が少なく，新しい恒星の形成はあまり起こっていません。

また，左の分類に当てはまらない，不規則な形の銀河は**不規則銀河** (Irr)と呼ばれています。



不規則銀河（Irr）

NGC1140:
ESA/Hubble & NASA

銀河の放射に着目した分類

・**活動銀河核と活動銀河**

銀河には，中心部の限られた領域から非常に強い電磁波を放射しているものがある。この領域を**活動銀河核**といい，活動銀河核をもつ銀河を**活動銀河**という。

活動銀河のエネルギーは，活動銀河核中心のブラックホールに落ち込む物質のもっていた重力の位置エネルギーが変換されたものだと考えられている。

・**クェーサー**

可視光線で非常に明るい活動銀河核を**クェーサー**という。クェーサーの多くは数十億光年以上の距離にある。

・**セイファート銀河**

クェーサーと似た明るい活動銀河核をもち，可視光線や赤外線の強い輝線などの特徴的なスペクトルを示す活動銀河を**セイファート銀河**という。

セイファート銀河は渦巻き銀河であることが多い。

・**電波銀河**

通常の銀河よりも強い電波を放射している活動銀河を**電波銀河**という。電波銀河は巨大な楕円銀河であることが多い。

まとめ

・銀河のハッブル分類において，銀河系は________銀河に分類される。
・可視光線で非常に明るい活動銀河核を________という。
・可視光線や赤外線などに特徴的なスペクトルを示す活動銀河を______________という。
・強い電波を放射する活動銀河を_________という。

知っておこう

クェーサーの多くは絶対等級が－20 等級よりも小さく，特に光度の大きなものでは－30 等級を下回るものも知られています。

知っておこう

1943 年，アメリカのセイファート（Carl Keenan Seyfert）は，一部の波長で通常の銀河とくらべて非常に強い電磁波を放射する銀河に関する論文を発表しました。セイファート銀河という名称は，彼の名前に由来しています。

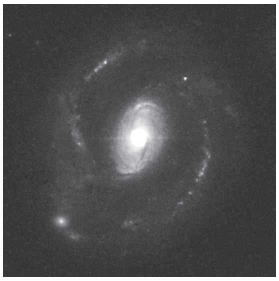
知っておこう

クェーサーからの電磁波の放射が銀河本体とくらべてはるかに大きいのに対して，セイファート銀河の活動銀河核からの放射は銀河本体と同程度です。また，クェーサーとくらべて，セイファート銀河は銀河系の近くに分布しています。

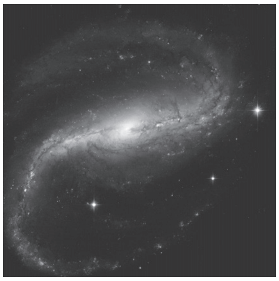
Chapter2　演習問題

次の図は，活動銀河を撮影したものです。ここでは，これらの図に見られるようなさまざまな銀河の性質について確認しましょう。

a

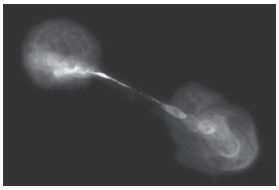


b



c

d



a（HE1239-2426）：NASA/ESA, ESO, Frédéric Courbin（Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Switzerland）& Pierre Magain（Universite de Liège, Belgium）
b（NGC 7479）：ESA/Hubble & NASA
c（3C 348）：NASA, ESA, S. Baum and C. O'Dea（RIT）, and the Hubble Heritage Team（STScI/AURA）
d（3C 348）：R. Perley and W. Cotton（NRAO/AUI/NSF）

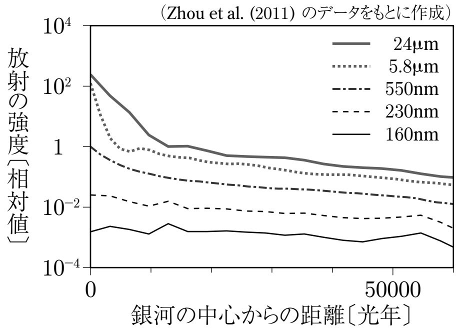
問題(1)　図のaについて述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。ただし，必要であれば $\log_{10} 2 = 0.3$，$\log_{10} 3 = 0.5$ を用いてかまいません。

上の図のaは可視光線で撮影されたものであり，その中心には明るい活動銀河核が見られる。この活動銀河核は約3億パーセクの距離にあり，可視光線での見かけの等級が約15.5等級である。絶対等級 M，見かけの等級 m，距離 d〔パーセク〕の関係式

$$M = m + 5 - 5 \log_{10} d$$

を用いると，この活動銀河核の絶対等級は約（−32 / −27 / −22 / −17）等級と求められる。このような，可視光線で非常に明るい活動銀河核を（セイファート銀河 / クェーサー / 電波銀河）という。

問題⑵　次の図は，図のbについて，銀河の中心からの距離と電磁波の放射の強度との関係を波長ごとに表したものです。bの活動銀河について述べた下の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。



写真で見ると，bの（楕円銀河 / 不規則銀河 / 棒渦巻き銀河）の中心部にも，aと同様に明るい領域が確認できる。

また，グラフによると，（紫外線 / 赤外線 / 電波）の放射の強度が銀河の中心からの距離によらずほぼ一定であるのに対して，（紫外線 / 赤外線 / 電波）の放射の強度は中心付近でのみ非常に強くなっている。

このように，明るい活動銀河核をもち，特徴的なスペクトルを示す銀河を（セイファート銀河 / クェーサー / 電波銀河）という。

問題⑶　図のcとdについて述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

図のcは可視光線，dは電波で同じ領域を撮影したものである。cの中心には（楕円銀河 / 不規則銀河 / 棒渦巻き銀河）があり，dの図では電波が2方向に放射されている様子を確認することができる。このように，通常の銀河より強い電波を放射している銀河を（セイファート銀河 / クェーサー / 電波銀河）という。

第21講　PART3　確認問題

問1　次の問いに答えよ。

(1)　銀河のハッブル分類は，銀河を何によって分類しているか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　距離　　②　形態　　③　大きさ　　④　明るさ

(2)　ハッブル分類では，銀河系は何銀河に分類されるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　楕円銀河　　②　渦巻き銀河

③　棒渦巻き銀河　　④　レンズ状銀河

問2　次のア～ウの説明にあてはまる活動銀河の種類の組合せとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。

ア　可視光線や赤外線の強い輝線などの特徴的なスペクトルを示す。渦巻き銀河であることが多い。

イ　通常の銀河より強い電波を放射している。巨大な楕円銀河であることが多い。

ウ　可視光線で非常に明るい活動銀河核で，多くは数十億光年の距離にある。

①　ア：セイファート銀河　イ：クェーサー　ウ：電波銀河

②　ア：電波銀河　イ：クェーサー　ウ：セイファート銀河

③　ア：クェーサー　イ：電波銀河　ウ：セイファート銀河

④　ア：セイファート銀河　イ：電波銀河　ウ：クェーサー

< Note >

第 21 講　銀河と宇宙

PART1　銀河系の構造

問題(1)　円盤部，バルジ，星間物質

問題(2)　球状星団，3 万光年，7.5 万光年

問題(3)　電波，電波や赤外線，X 線

PART2　銀河系の天体の運動

問題(1)　$\frac{1}{8000}$ 秒角，1.0×10^{10}，2 億年

問題(2)　ア：$\frac{2\pi a}{P}$　イ：$\frac{av^2}{4\pi^2}$

a，比例

PART3　さまざまな銀河

問題(1)　−22，クェーサー

問題(2)　棒渦巻き銀河，紫外線，赤外線，セイファート銀河

問題(3)　楕円銀河，電波銀河

PART4　宇宙の距離はしご

問題(1)　ア：500　イ：−4.5　ウ：400　エ：−7.5

問題(2)　【※図参照】

問題(3)　オ：10^7

問題(4)　カ：10^9

PART5　宇宙の階層構造

問題(1)　30′

ア：120

問題(2)　8 分 20 秒

イ：60000

問題(3)　①：A　②：B　③：D　④：F　⑤：H　⑥：I　⑦：J

PART6　ハッブル・ルメートルの法則

問題(1)　70，1Mpc

問題(2)　ア：vt_{H}　イ：$\dfrac{1}{H_0}$　ウ：1×10^{10}

問題(3)　$1 + z$

PART7　宇宙の誕生と進化

問題(1)　ア：0.06　イ：8　ウ：0.94

問題(2)　小さい，加速

問題(3)　70 ～ 60，減速，加速，ダークエネルギー

第21講 PART3　確認問題　解答

問1

（1）②

解説：
ハッブル分類は，銀河の形態に着目した分類である。楕円銀河，渦巻き銀河，棒渦巻き銀河などがある。

（2）③

解説：
銀河系は，ハッブル分類では，棒渦巻き銀河に分類される。

問2　④

解説：
銀河の中心部の限られた領域から非常に強い電磁波を放射している銀河を活動銀河といい，クェーサー，セイファート銀河，電波銀河などがある。